# Beiträge

zur

# Anatomie

# der Gattung Cinchona.

---

**Inaugural-Dissertation**

zur Erlangung

**der philosophischen Doctorwürde**

an der

**Universität zu Freiburg**

von

**H. Koch.**

---

Göttingen 1884.

Druck der Dieterichschen Univ.-Buchdruckerei
W. Fr. Kaestner.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550801_0066

Meinem lieben Vater

als ein Zeichen

herzlichster Dankbarkeit

gewidmet.

Herrn Professor Reinke, meinem hochverehrten Lehrer, sage ich auch an dieser Stelle für das Interesse, das er dieser Arbeit hat zu Theil werden lassen, meinen aufrichtigen Dank.

Es ist merkwürdig, dass eine Pflanze wie die Cinchona, welche schon seit Jahrhunderten in der medicinischen Welt grosse Aufmerksamkeit erweckt, so dass sie in neuerer Zeit aus den Thälern der peruanischen und bolivianischen Cordilleren von den Holländern nach Java, wo sie forstwirthschaftlich gepflegt wird, von den Engländern nach Britisch-Indien verpflanzt ist, nicht vollständig einer mikroscopischen Untersuchung unterworfen wurde. Alle die anatomischen Arbeiten, wie sie von Schleiden, Weddell, Karsten, Phoebus, Berg, Vogl und Flückiger uns vorliegen, sind mehr aus pharmacognostischem Interesse gemacht und beschränken sich auf Untersuchungen lediglich der trocknen Rinde, welche die Drogue bildet. Ich habe es daher versucht, vom botanischen Standpunkte aus den Bau einer lebenden Cinchona klar zu legen. Es standen mir allerdings nur junge Pflanzen und Schösslinge zu Gebote, so dass die Anatomie älterer Stämme ausgeschlossen werden musste. Als Material diente mir ein Stammstück einer im hiesigen botanischen Garten unter dem Namen Cinchona succirubra gezogene Pflanze, ferner zwei junge aus Handelsgärtnereien in Erfurt unter dem Namen Cinchona var. Ledgeriana erhaltene Exemplare, sowie eine grössere aus der Handelsgärtnerei van Houtt ebenfalls unter dem Namen Cinchona Ledgeriana zugeschickte Pflanze. Sie war 36,5 cm hoch und bestand aus 12 Internodien. Letztere nahm ich, weil sie die stärkste war, zur mikroscopischen Untersuchung fast ausschliesslich. Es erweckt die Betrachtung dieser Cinchona Calisaya var. Ledgeriana auch in so fern

besonderes Interesse, da deren Rinde wegen ihres hohen Procentgehaltes an Chinin die bis jetzt werthvollste und gesuchteste sein soll, so dass man annimmt, sie werde alle andern Culturracen verdrängen.

## Anatomie des Blattes.

Die Blätter stehen am Stamme in zweigliedrigen alternirenden Wirteln. Die Nervatur eines Blattes setzt sich zusammen aus einem auf der Unterseite desselben scharf hervortretenden Hauptnerven, von dem aus 5 bis 9 ebenfalls auf der Unterseite deutlich sichtbare Secundärnerven ausstrahlen, die häufig an der Spitze einander zustreben. Zwischen den Secundärnerven breitet sich ein Netz von kleineren Nerven aus.

Man kann zwischen den tertiären Nerven die quartären Nerven, die quintären und die Endverzweigungen unterscheiden. Von allen diesen Verzweigungen endigen in den meisten Fällen die Endverzweigungen blind, während zwischen den andern Anastomosen auftreten, indem sie sich zu bogigen oder polygonalen Netzmaschen vereinigen. Zwischen diesem Gerüst liegt das dünnwandige Mesophyll.

Eine dünne Cuticula hüllt die ganze Epidermis des Blattes ein, deren Zellen auf Ober- und Unterseite wesentlich verschieden sind. Von der Fläche gesehen zeigen sich die Wände der Oberseite wellig gekrümmt. Bei jungen Blättern tritt diese wellenförmige Krümmung noch nicht stark hervor. In der Umgebung der Haarfusszellen ist die Form der Oberhauptzellen eine andere, indem sie hier sowohl wie an den Rippen längsgestreckt und gradseitig sind und sich nach dem Grunde des Haares hin zuspitzen. Fig. 1 ist die Skizze eines zur Fläche senkrechten Schnittes durch ein ausgewachsenes Blatt. Man sieht hier die Zellen der einschichtigen Epidermis der Oberseite (E) kegelförmig, wodurch der sammetartige Schimmer der Blattoberfläche bedingt wird. Bei jungen

Blättern ist diese Kegelform der Zellen noch nicht ausgebildet. Hier sind die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite ziemlich gleich gestaltet. Der Inhalt besteht aus Protoplasma, dem Chlorophyllkörner eingebettet liegen.

Entsprechend ihrer Aufgabe die innere Grundmasse gegen äussere Verletzungen zu schützen zeigen die Epidermiszellen eine geringe Verdickung der Wände. Sie werden in dieser Aufgabe unterstützt durch die unter ihr liegende einschichtige, wasserreiche Hypodermlage, Fig. 1 h., deren Zellen ebenfalls schwach verdickte Wände haben und unter sich sowohl als mit den Epidermiszellen in lückenlosem Verbande stehen.

Die Epidermiszellen der Unterseite (Fig. 1 ep.) sind von der Fläche gesehen weniger gewellt und 5 bis 7eckig. Ihre Form ist nach der Vertheilung nicht bloss der Trichome und Nerven verschieden, sondern hier auch nach der Vertheilung der Spaltöffnungen, welche die Blattoberfläche nicht besitzt. Die Schliesszellen liegen über der Ebene der Oberhaut und jede ist von einer Nebenzelle von unten her umfasst, welche den Porus mit bildet Fig. 1. Bei jungen Blättern haben diese mehr Aehnlichkeit mit den Epidermiszellen. Da die Spaltöffnungen gewöhnlich nur über lakunösem Gewebe vorkommen, so ist es nicht auffallend, dass ich auf den Blattnerven und dem Blattstiel, deren Epidermis an Collenchymgewebe grenzt, keine Spaltöffnungen fand. Wegen der Hypodermaschicht und des lückenlos an einander lagernden Pallisadenparenchyms ist es nahe liegend, dass ich auf der Oberfläche keine Spaltöffnungen zu entdecken vermochte.

Dies Pallisadenparenchym besteht aus 2 über einanderstehenden Zellschichten. 2 bis 4 Pallisadenzellen werden von einer Hypodermzelle bedeckt. Auf dem zur Fläche senkrechten Schnitt sieht man sie 4 bis 6eckig Fig. 1, auf einem zur Oberfläche parallelen 5 bis 7eckig.

An dies Pallisadenparenchym grenzt ein 5 bis 6schich-

tiges lakunöses Schwammparenchym, das aus vielarmigen Sternzellen, wie man auf dem Längsschnitt sieht, besteht. Diese Zellen sind in der Mitte des Blattes in der Nähe des Pallisadenparenchyms grösser und lockerer, als nach aussen zu, wo sie unmittelbar an die Epidermis der Unterseite grenzen. Es gehört also das Blatt zu dem bifacialen Typus de Barys (p. 426).

Die am ganzen Blatte zerstreut stehenden Trichome sind bei ganz jungen Blättern einzellig, dünnwandig, die Wände schwach cuticularisirt, indem sie Jod aufhäufen und sich gelb färben. Bei den ausgewachsenen Blättern sind sie gewöhnlich 3 bis 4zellig. Die verdickte Aussenwand ist durch Vorsprünge in Form von Leisten oder Warzen uneben; die Fusszelle zeigt einfache Tüpfelung und ist wie die angrenzende erste Zelle stark verholzt, indem Phloroglucin und Salzsäure eine Rothfärbung hervorrief. Diese Verholzung tritt in der zweiten Zelle schwächer und schwächer auf und verschwindet zu Anfang der dritten letzten Zelle des Haares fast ganz, so dass die Spitze unverholzt ist. Im jungen Zustande enthalten sie Protoplasma, im erwachsenen Luft. Die Untersuchung des Blattstiels und der Blattnerven, welche das Mesophyll durchziehen, ergab folgendes:

Die Epidermiszellen des Blattstieles sind in der Richtung des Stieles gestreckt. Die unter ihr liegende Rindenschicht zerfällt in 2 ungleichwerthige Parenchymmassen, in eine spärlich Chlorophyll enthaltende Collenchymschicht und in dünnwandiges etwas mehr Chlorophyll besitzendes Parenchym. Erstere ist etwa 4 bis 6 Reihen stark. Ihre Zellen sind auf Querschnitt rundlich, auf Längsschnitt gestreckt. Die Parenchymschicht zählt 12 bis 15 Reihen etwas längsgestreckter Zellen, welche enge oder weite Interstitien zwischen sich haben und nach innen zu weiter werden. In ihr erblickt man Krystallzellen von Calciumoxalat, welches in der ganzen Pflanze mehr in körnigen Kryställchen als in Dru-

senform auftritt. Letztere Form sah ich namentlich in den Blättern. In der Nähe des Phloems liegen in ihr die später beschriebenen Gerbstoffschläuche.

Die Gesammtform des Querschnitts des Gefässbündelcylinders ist herzförmig. Fig. 2. Er setzt sich zusammen aus einer Anzahl schmaler collateraler Bündel, von denen ich in Fig. 3 zwei vergrössert skizzirt habe. Innerhalb dieses befindet sich noch eine kleine im Querschnitt hufeisenförmige Gruppe ebenfalls collateraler Bündel, von denen einige Bündel bicollateral erscheinen. Die Elemente des Phloemtheiles der einzelnen gleichförmigen Bündel, welche durch 1 bis 2 Reihen dünnwandiger meist quergestreckter Markstrahlen getrennt sind, bestehen aus äusserst kleinen sehr zartwandigen Cambiformzellen und Siebröhren. Fig. 4 zeigt eine Siebröhre, welche an beiden Seiten fein durchlöcherte Querwände, in der Mitte eine Siebplatte hat, deren Siebporen äusserst fein sind. Die Cambiformzellen sind an Länge und Breite den Siebröhren ähnlich. In einer feinkörnigen Masse erblickt man deutlich einen länglich stäbchenförmigen Zellkern.

Die Elemente des Holzes, welche in deutlichen Radialreihen angeordnet sind, bestehen aus in der Richtung des Stieles lang gestreckten sehr schmalen parenchymatischen Zellen, deren Querwände nicht stark verdickt sind. Die älteren sind einfach getüpfelt und wie die Tracheen verholzt. Diese markstrahlähnlichen Parenchymzellen stehen in der Verlängerung der gleichnamigen Elemente des Phloemtheiles. Die auf dem Querschnitt zwischen diesen liegenden Gefässe sind am Innenrande enge Spiral- oder Ringfasertracheen, auf welche nach aussen zu Netz- und Tüpfeltracheen mit allmählichen Uebergängen folgen.

Das zwischen den Gefässbündeln liegende Mark besteht aus parenchymatischen Zellen mit mehr oder weniger weiten Interstitien. Im protoplasmatischem Inhalt sind spärliche Chlorophyllkörner eingebettet. Ab und zu sieht man Kry-

stallzellen mit oxalsaurem Kalk und namentlich in der Nähe der Phloemstränge des innern Bündels Gerbstoffschläuche.

Ein Querschnitt durch die Mitte des Primärnerven zeigt ein ähnliches Bild wie das vom Querschnitt des Blattstieles geschilderte. Hier reicht nur die collenchymatische Verdickung, welche auf Ober- und Unterseite den Rippenvorsprung bildet, nicht rings herum, sondern wird beiderseits nach der Spreite des Blattes zu durch chlorophyllreiches Mesophyll getrennt. Es mag bemerkt werden, dass die Collenchymschicht der Oberseite 2 bis 3 Lagen stärker ist, als die der Unterseite. Erst gegen Ende des Primärnerven ist namentlich in dem Verlaufe der Gefässbündel eine wesentliche Veränderung bemerkbar. Hier zeigt der Querschnitt dasselbe Bild, wie ein Querschnitt durch die Mitte eines Secundärnerven. Der Rippenvorsprung wird unten wie oben wieder aus Collenchymgewebe gebildet. Das der Oberseite ist 4 bis 7, die folgende Parenchymschicht 3 bis 4 Zellreihen stark, während die Collenchymschicht der Unterseite 3 bis 4, die Parenchymschicht 8 bis 10 Reihen zählt. Nur in letzterer Schicht erkennt man noch einige Gerbstoffschläuche. Die hufeisenförmige mittlere Partie ist verschwunden, die weite herzförmige Form der Gefässbündel enger zusammengezogen. Nach der Spitze der Secundärnerven zu fallen zunächst die Gefässbündelgruppen fort, welche nach der Oberseite zu liegen. Die Reduction geht höher hinauf noch weiter; ein Querschnitt zeigt hier dasselbe Bild wie ein Schnitt etwa durch die Mitte eines Tertiärnerven. Hier besteht der Holztheil des Gefässbündels nur noch aus 16 Spiraltracheen — Netz- und Tüpfeltracheen sind verschwunden — der Basttheil aus 7 starken Siebsträngen. Unten und oben sind noch einige Lagen, an den Seiten nur eine Reihe dünnwandigen Parenchyms, an welches nach oben zu Pallisaden-, nach unten Schwammparenchym grenzt. Die Collenchymschicht ist unten und oben ziemlich gleich stark. Auf der Oberseite zeigt sich

hier die zum ersten Male an Nerven auftretende Hypodermaschicht mit der hier auch zuerst erscheinenden kegelförmigen Epidermisschicht. Nach der Spitze des Tertiärnerven verschwindet nach und nach beiderseits fast gleichzeitig die Collenchymschicht. In den Quartärnerven sieht man sie nicht mehr. Das Bündel mit deutlichem Siebtheile liegt auf der Grenze von Pallisaden- und Schwammparenchym, von diesen nur durch eine Scheide dicht aneinander liegender Parenchymzellen getrennt. Sie sind der Rest des Parenchymgewebes, welches auf die Collenchymschicht folgt. Die Tracheen liegen dicht zusammen, die Parenchymzellen, welche bisher dazwischen lagen, sind nicht mehr vorhanden.

Nach den Gefässbündelendigungen zu verschwinden zunächst die Siebröhren des Siebtheiles, während die Cambiformzellen die zuletzt noch übrig bleibende Spiraltrachee begleiten. Fig. 5. Diese Cambiformzellen zeigen hier an den Endigungen im Innern der feinkörnigen Protoplasmamasse einen rundlichen Zellkern. Fig. 6 zeigt einige eigenthümliche Zellformen an einer Bündelverzweigung nach der Behandlung mit verdünnter Kalilauge. Die Spiraltracheen sind weggelassen.

An einem Nebenblatte erkennt man einen Hauptnerv nicht. Vom Grunde der Stipula strahlen die fast gleich starken Nerven gleichmässig nach den Rändern aus, indem sie in der Mitte oder am oberen Theile kleinere Nerven aussenden. Die Oberseite zeigt nicht die das Hauptblatt charakterisirenden kegelförmigen Epidermiszellen. An Stelle des Pallisadenparenchyms ist überall nicht bloss in der Nähe eines Gefässbündels chlorophyllloses Collenchymgewebe vorhanden, dessen Zellen auf Längsschnitt 5 bis 7eckig sind. Im Uebrigen gleicht der innere Bau dem des Hauptblattes. Die Form der Trichome sowie der Spaltöffnungen der Unterseite gleicht der des Laubblattes. Letztere treten hier spärlicher auf.

## Anatomie des Stammes.

Zur Untersuchung der Vegetationsspitze wurde das zwischen der Insertionslinie der obersten entwickelten Blätter und dem Ende der Pflanze liegende ungefähr 3 mm lange Stammstück genommen. Ein Querschnitt gleich unterhalb der Vegetationsspitze zeigt uns eine schon frühzeitige Differenzirung zweier sich gegenüberliegender hufeisenförmiger Cambiumgruppen. Die Vegetationsspitze liegt in einem Hohlraum, welcher von der Anlage zweier Blätter gebildet ist. In diesem Hohlraum sieht man die schon erwähnten einzelligen Trichome und an der einen Seite Colleteren, von denen eine in Fig. 9 skizzirt ist. Zu beiden Seiten desselben sind Anlagen von Achselsprossen und diesen zur Seite 2 Blattspuren, in welchen man deutliche Differenzirung von Bast, Holztheil und Mark erkennt.

Weiter nach unten zu wachsen die Cambiumgruppen allmählich zum geschlossenen Ringe zusammen. Oben und unten ist nur noch ein kleiner Rest des Hohlraumes in Form eines Halbmondes. Es tritt nach und nach eine deutliche Gruppirung von Phloemsträngen auf, ohne dass jedoch Cambiformzellen und Siebröhren deutlich unterschieden werden. Weiterhin nähern sich die Blattspuren und der Phloemring mehr und mehr. Dieser umschliesst endlich die Blattspuren, indem sie in den Stamm treten. Damit erscheinen zum ersten Male im Stamme Tracheen. Der zu beiden Seiten liegende Holztheil geht nach und nach zum geschlossenen Ringe zusammen und nun erkennt man deutliche Differenzirung primärer und secundärer Rinde, sowie Holztheil und Mark.

Da im ersten Internodium bereits der primäre Bau der Pflanze deutlich erkennbar ist, so will ich dies Internodium einer genaueren Beschreibung unterwerfen.

Die Behaarung und die Epidermis gleicht derjenigen des Blattstiels. In der auf die Epidermis folgenden primären

Rinde kann man auch hier 2 Parenchymmassen unterscheiden, zunächst ein mehrschichtiges collenchymatisches Gewebe, dessen dickwandige Zellen auf Querschnitt rundlich, auf Längsschnitt gestreckt erscheinen. Dies Collenchym geht allmählich in dünnwandiges Parenchym über, dessen Zellen auf Querschnitt polyedrisch fast isodiametrisch, der Länge nach etwas gestreckt oder isodiametrisch sind. Mehr den Phloemsträngen zu liegt eine Schicht polyedrischer auf Quer- und Längsschnitt isodiametrischer Parenchymzellen, welche die einzigen sind, die Stärkemehl enthalten. An diese Stärkeschicht grenzen die Gerbstoffschläuche, welche einen durch Parenchymzellen unterbrochenen Ring bilden. Hierauf folgen noch 1 bis 3 Schichten dünnwandiger kleinerer Parenchymzellen, welche bis zur secundären Rinde reichen.

Diese secundäre Rinde besteht in diesem primären Stadium aus neben einander liegenden, sehr regelmässig radial geordneten Phloemsträngen Fig. 8, die in quergestreckten Parenchymzellen, den Markstrahlen, welche in 1 bis 3 Schichten die einzelnen Gruppen trennen, eingelagert sind. Die zartwandigen Gruppen, aus denen die ziemlich starken Siebstränge zusammengesetzt sind, bestehen aus äusserst kleinen Cambiformzellen und Siebröhren, welche ebenso gebaut sind, wie die im Blattstiel beschriebenen. Fig. 3. Sie traten hier gewöhnlich in grösserer Länge auf und bestehen aus mit Chlorzinkjod sich leicht bläuender Cellulose.

Zwischen den dünnwandigen Parenchymzellen der primären Rinde, namentlich der Markstrahlen der secundären Rinde liegen einzeln oder zu mehreren zusammen Krystallzellen von oxalsaurem Kalk in feinen nicht deutlich krystallisirenden Körnern. Sie übertreffen häufig an Umfang die Nachbarzellen.

Im Holztheil stehen die wenigen Tracheen in regelmässiger radialer Anordnung. Fig. 8. Man sieht von Innen nach Aussen Spiral-, Treppen- und Tüpfeltracheen mit perforirter

Querwand. Die zwischen ihnen liegenden dünnwandigen Elemente, welche sie verbinden, sind langgestreckte Parenchymzellen, von denen die älteren bereits schwach verholzt und fein rundlich oder elliptisch getüpfelt sind, während die jüngeren diese Eigenschaften nicht zeigen. Das Mark besteht aus dünnwandigen, auf Quer- und Längsschnitt isodimetrischen Parenchymzellen, welche weite Interstitien zwischen sich haben. Die an der Grenze des Holztheiles enger und lückenlos zusammenhängenden Markzellen, welche die Markscheide bilden, sind längsgestreckt.

Ausser in der Stärkeschicht und den Schläuchen finden sich in der ganzen Rinde, sowie im Marke Chlorophyllkörner im Innern der Zellen und zwar in grösserer Menge in den dünnwandigen Geweben, spärlich in dem Collenchymgewebe.

Die Korkbildung tritt in unserer Pflanze schon sehr früh auf: denn bereits in diesem ersten Internodium sieht man den Anfang derselben, indem in einzelnen Zellen und zwar in der ersten subepidermalen Rindenschicht durch Tangentialtheilung die ersten Korkmeristenzellen gebildet sind.

Das zweite Internodium ist ebenso gebildet wie das erste. Während wir in diesem nur die Tracheen und die sie verbindenden Holzparenchymzellen verholzt sehen, kommt in jenem der Anfang der Verholzung der Bastfasern hinzu. Im dritten Stengelgliede tritt die Pflanze aus dem primären Bau heraus; man sieht bereits in secundärer Rinde deutlichen Zuwachs aus dem Cambium. Der Holztheil besteht aus wenigen Spiral-, meistens aus Tüpfeltracheen. Auf einem Radialschnitt sah ich einen interessanten Uebergang von Treppengefässen in behöft getüpfelte Gefässe. Hier treten zum ersten Male langgestreckte, verholzte und rund getüpfelte Libriformfasern auf. In die Verholzung werden auch schon die an den Holztheil grenzenden Markzellen in der Umgebung der Markscheide hineingezogen. Im vierten Stengelgliede ist die Verholzung der Markzellen eine vollständige,

während manche Zellen der schwach verholzten Markscheide kaum mit Phloroglucin und Salzsäure roth gefärbt erscheinen. Erst im fünften Internodium ist auch diese Partie deutlich verholzt. Es sind jetzt alle verholzbaren Elemente der Pflanze stark roth gefärbt.

Mit der Verholzung, welche überall von der Mittellamelle ausgeht, Hand in Hand schreitet die Tüpfelung der beschriebenen verholzten Elemente. Sie tritt dort vollendet auf, wo die Verholzung eine vollkommene zu nennen ist. Die Tüpfel des Markes und der Markstrahlen sind stets einfach rundlich.

In Fig. 9 ist ein Querschnitt durch secundäre Rinde und Xylem des elften, also des zweiten epicotylen Gliedes abgebildet. Wir sehen an ihm deutlich den secundären Zuwachs unserer Pflanze. Die Epidermis und ein Theil des Collenchymgewebes ist in diesem Internodium bereits durch die Thätigkeit der Phellogenschicht abgeworfen, so dass die primäre Rinde fast nur noch aus dünnwandigem Parenchymgewebe besteht. Zwischen den Phloemsträngen ziehen sich die Markstrahlen durch, welche aus radial gestreckten Parenchymzellen bestehen. Sie bilden die Verlängerung der Markstrahlen des Xylems und verbreiten sich nach der primären Rinde zu keilförmig, indem sie hier allmählich in das Parenchym der primären Rinde übergehen.

Der radial geordnete Xylemtheil besteht aus Tüpfeltracheen, Libriform- und Tracheidfasern mit Uebergängen und Markstrahlzellen. Diese durchsetzen das Xylem auf tangentialem Längsschnitt, also ihrem Querschnitt in langen schmalen Bändern. Letztere bestehen aus einer Zellreihe mit fast isodiametrischen Zellen, oder es zeigen sich in der Mitte 2 bis 3 Schichten, während sie unten und oben einzellig spitz endigen oder allmählich in langgestrecktes Parenchym übergehen. Auf dem Radialschnitte, ihrem Längsschnitte erscheinen die Zellen meistens quadratisch oder rechteckig gestreckt.

## Anatomie der Wurzel.

An einem Querschnitte durch eine ganz junge 0,2 mm dicke Wurzel erkannte ich den primären Bau derselben. Auf eine zartwandige Epidermis, deren Zellen längsgestreckt sind und von der einige zu Wurzelhaaren sich erweitert haben, folgt eine dreireihige grosszellige Rindenschicht. Die Zellen derselben sind ebenfalls zartwandig, lückenlos verbunden und isodiametrisch geformt. Auf dem Längsschnitte sieht man sie etwas gestreckt. Es kommen in diesem Rindenparenchym auch Krystallzellen mit oxalsaurem Kalk in körnigen Kryställchen vor. Im Innern der übrigen Zellen sieht man spärliche Amylumkörner. Die folgende Schicht mit kleineren Zellen ist durch die Undulation der Radialwände als Endodermis gekennzeichnet. Ihre Zellen haben zarte Wände, welche verkorkt sind, was dadurch zu erkennen ist, dass namentlich die gewellten Radialwände stark das Licht brechen und Jod aufhäufen, indem sie sich gelb färben und sich gegen concentrirte Schwefelsäure resistent zeigen. Im Innern ihrer Zellen finden sich ebenfalls Stärkekörner. Der Centralcylinder beginnt mit einer Parenchymschicht, dem Pericambium, welches ein parenchymatisches Grundgewebe einschliesst, in dem man zwei gegenüberliegende Phloemgruppen und zwei gegenüberliegende Erstlingstracheen erkennt. Diese sind Netzgefässe. Die Mitte wird ausgefüllt von stark verholzten Sklerenchymelementen, deren Wände spaltenförmig gekreuzte Tüpfel zeigen.

Die Wurzel tritt aus diesem Stadium rasch in das secundäre über. Bei einer 0,46 mm dicken Wurzel, welche bereits secundären Bau angenommen hat, sieht man die Epidermiszellen stark nach aussen gewölbt. In 2 Zellen der ersten subepidermalen Rindenschicht erkennt man in der Tangentialtheilung durch 2 unverkorkte Theilwände den Anfang der Korkbildung. Die Endodermiszellen sind etwas derbwan-

diger, als die sie umgebenden Parenchymzellen. In der secundären Rinde, wo der peripherische Theil die Pericambiumschicht ist, welche freilich hier nicht mehr so scharf hervortritt, sowie im Xylem sieht man dieselbe Anordnung wie im Stamme. Die Parenchymzellen der secundären Rinde, zwischen welchen die Phloemgruppen liegen, erscheinen auf Quer- und Längsschnitt isodiametrisch. Einige von ihnen sind Krystallzellen, welche sich nur durch den Gehalt an Calciumoxalat auszeichnen. Die Siebstränge bestehen auch hier aus ähnlich geformten Cambiformzellen und Siebröhren. Der Xylemtheil besteht aus dreierlei Elementen, nämlich aus Gefässen, welche Tüpfeltracheen sind mit graden oder etwas schräg gestellten Hoftüpfeln. Diesen sehr ähnlich sind die beiderseits prosenchymatisch endigenden Holzfasern, welche schräge Tüpfel besitzen. Diese sind meist behöfte, dann sind sie Tracheidfasern oder einfach rundliche, dann sind sie Libriformfasern. Zwischen ihnen finden sich Uebergänge. Als dritte Elemente kommen hierzu die Markstrahlen, welche das Xylem radial durchziehen. Sie sind einfach getüpfelt und können sehr lang radial gestreckt sein. Alle Elemente des Xylems sind stark verholzt. Die Markstrahlen enthalten wie die Parenchymzellen der secundären Rinde reichlich Amylumkörner, weniger reich an Stärke ist die primäre Rinde. Ist die Wurzel 1 mm stark geworden, so sieht man unterhalb der Endodermis im Pericambium eine zweite Phellogenbildung eintreten. Fig. 10. Nach aussen zu stirbt alsbald alles ab. Die Gewebsmassen nach aussen sind stark verkorkt. Das Protoplasma ist zusammengeschrumpft, der Rest liegt als körnige braun gefärbte Masse, in welcher man den braun gefärbten Zellkern und stark lichtbrechende Körnchen erblickt, der Zellwand dicht an. In der secundären Rinde treten hier 2 Parenchymschichten ziemlich deutlich hervor, eine gewöhnlich dreireihige Parenchymmasse, deren Zellen einen grösseren Umfang zeigen und eine kleinzelligere Paren-

chymmasse, in welcher die Phloemstränge eingebettet sind. Beide Schichten sind reich an Amylum.

An einem Schnitt durch die 2 mm dicke Hauptwurzel sieht man die Endodermis sammt den auswärts liegenden Zellen abgeworfen. Ueber dem Korkmeristem erblickt man 5 Reihen Korkzellen, die den typischen Bau zeigen und deren Inhalt stark gebräunt ist. Unterhalb des Phellogens liegt die beschriebene Parenchymschicht, welche hier einige Reihen mehr zählt und sich zu der folgenden Schicht mit den Siebsträngen verhält wie die primäre Rinde zu der secundären Rinde des Stammes. Dasselbe Bild zeigt die Wurzel bis zu dem Punkte, wo sie in das hypocotyle Glied übergeht, welches den Bau des Stammes hat.

## Entwicklungsgeschichte der Bastfasern und der Gerbstoffschläuche.

Ueber die Entstehung der Bastfasern, welche durch ihren Bau den Cinchonarinden ein charakteristisches Gepräge verleihen und von den Pharmacognosten in erster Linie als die Chinarinden des Handels besonders auszeichnendes angeführt werden, habe ich folgende Beobachtungen gemacht. Zwischen den Schläuchen und den Siebsträngen liegen, wie beim ersten Internodium geschildert ist, 1 bis 2 Reihen Parenchymzellen. Aus einer diesen Parenchymzellen morphologisch gleichstehenden den primären Siebsträngen anliegenden Meristemzelle entstehen die Bastfasern, und zwar fand ich das erste Auftreten einer solchen in der unteren Hälfte des zweiten Internodiums, wo nach der Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure die Mittellamelle der Zelle B Fig. 11 an der Aussengrenze des primären Siebstranges deutlich roth gefärbt war, während die Wände nicht wesentlich dicker erschienen, als die der benachbarten Parenchymzellen. Fig. 12 ist die Vergrösserung der Zelle B. Auf dem Längsschnitt

ist eine solche junge Bastfaser an der einen Seite flach, an der andern zugespitzt. Der Inhalt besteht aus Protoplasma, in dem ein deutlicher Zellkern eingelagert ist. In der oberen Hälfte des 2. Internodiums konnte ich keine Bastfaser deutlich erkennen. Es scheint demnach gleich nach der Bildung derselben auch die Verholzung anzufangen. Ich kann also der Ansicht, wie sie auch Schacht aufgestellt hat, nicht beitreten, dass die Bastfasern aus Zellfusionen entständen. Ich schliesse mich vielmehr der Meinung von Unger und Sanio an, dass jede Bastfaser aus der Metamorphose einer Zelle hervorgeht.

Im dritten Stengelgliede zeichnen sich die Bastfasern schon durch die Stärke ihrer Wände aus. Hier sieht man auch die vollständige Verholzung derselben und zwar erschien der äussere Theil von der Mittellamelle aus stärker verholzt, als der nach Innen liegende. Mit dieser vollständigen Verholzung tritt auch die Tüpfelung der Wände ein. Die engen Tüpfelcanäle haben die Form von regelmässig schräg laufenden Spalten. In Fig. 13 ist eine zu beiden Seiten zugespitzte Bastfaser desselben Internodiums abgebildet, bei A ein Theil einer ganz jungen. Wo, wie in Fig. 14, welche eine Skizze aus dem vierten Internodium ist, zwei Bastfasern an einander grenzen, sind sie an den Spitzen in einander gekeilt. Auf dem Querschnitt sieht man hier häufig 2 Bastfasern neben einander liegen, von denen die eine ein ganz enges, die andere ein weiteres Lumen zeigt. Sie haben einen unregelmässig eckigen Querschnitt. Die verdickte Wand lässt deutliche Schichtung erkennen. Fig. 15. In den tiefer liegenden Internodien ist der Bau der Bastfasern nicht wesentlich verschieden von den zuletzt beschriebenen. Stets schliessen sie sich in unserer Pflanze an die Elemente des primären Weichbastes an, indem sie an der Grenze der primären und sekundären Rinde liegen und hier wie die Schläuche einen unterbrochenen Kreis bilden. In der secundären Rinde haben

sich in unserer Pflanze noch keine Bastfasern gebildet. Hervorgehoben zu werden verdient, dass die Porenkanäle nur nach der Seite des lakunösen Parenchyms liegen, mit welchen sie in Communication treten. Fig. 14 u. 15. Nach der Seite des Weichbastes sah ich nie Porenkanäle. Dieselbe Beobachtung machte ich auch an Bastfasern innerhalb der secundären Rinde des 1,1 cm dicken Stammes der Cinchona succirubra, welche mir zur Verfügung stand.

In den jüngsten Stadien sind also die Bastfasern nur nach einer Seite zugespitzt und verhältnissmässig kurz. Nach und nach spitzen sie sich beiderseits zu und erlangen in den älteren Stadien ihrer Entwickelung eine beträchtliche Länge. Es scheint also die Bastfaser erst, wenn sie gleichmässig verholzt ist, die Querwände zu strecken; sie spitzt sich zu und wächst wie ein Keil wirkend in die Länge. Mit dem Längenwachsthum nimmt die Verdickung der Wände zu; das Lumen wird enger und enger, das Protoplasma schrumpft zusammen, ohne jedoch gänzlich zn verschwinden. Es scheint, da die Verholzung nach Innen zu abnimmt, von Innen her also die Verdickung stattfindet, zu der Verdickung der Zellwand verbraucht zu werden.

In dem vierten Internodium fand ich eine eigenthümliche Aneinanderfügung von Fasern. Fig. 16. An der einen Seite bei B zeigt die mittlere Faser eine horizontale Querwand, während sie auf der andern Seite schief abgestutzt erscheint. Es sind dies die Zellen, welche Schleiden Faserzellen, Berg stabförmige- und Vogl Stabzellen nennt. Sie trennen dieselben streng von den Bastfasern. Wir haben jedoch gesehen, dass die ganz jungen Bastfasern an der einen Seite ebenfalls horizontale Querwände haben. Die nach unten sich anschliessende Faser Fig. 16 B legte sich hart an die mittlere und verhinderte die Streckung der Querwand. Wo die mittlere Faser an die obere grenzt (bei A) sind die Querwände bereits etwas gestreckt und eine Ineinanderkeilung

beider Fasern, wie in Fig. 14, wenn auch nicht so ausgeprägt, nicht zu verkennen. Sie liegen ferner an derselben Stelle, wie die Bastfasern und sind so lang und weit wie diese. Die stark verdickten und verholzten Wände zeigen auch nur nach der Seite des Parenchymgewebes hin Porenkanäle. Die Tüpfel sind ebenso geformt, als die der Bastfasern; sie gleichen diesen also in jeder Weise. Ich schliesse mich daher der Meinung von Phoebus an, dass diese etwas abweichend geformten Fasern nichts anderes als Bastfasern sind, deren Enden durch Hemmungen im Wachsthum sich nicht zuspitzen konnten.

Die Bastfasern finden sich in unserer Pflanze im hypocotylen und ersten epicotylen Gliede nicht mehr. Ihr Vorkommen umfasst also den Theil vom zweiten epicotylen Gliede bis zum zweiten Internodium.

Weiter verbreitet in unserer Pflanze als die Bastfasern sind die Gerbstoffschläuche. Wir sehen sie bereits bald unterhalb der Vegetationsspitze in dem Stadium auftreten, in welchem der Holzring noch nicht völlig geschlossen ist. Hier liegen sie in einem durch Parenchymgewebe unterbrochenen Ringe ausserhalb der Bastgrenze, in regelmässiger Anordnung oft zu zweien nebeneinander. Sie grenzen an die Stärkeschicht, welche hier bereits auftritt. Einen ebensolchen Ring, jedoch spärlicher auftretend, bilden sie an der Innengrenze des Holztheiles im Marke. Sie kennzeichnen sich leicht durch grösseren Umfang und rundliche Form, während die Wände nicht dicker sind, als die der Nachbarzellen. Diese regelmässige Lage behalten sie in den tieferen Internodien bei, wie Fig. 8 (S) zeigt, wo sie in der primären Rinde liegend durch einige Parenchymzellen, wozu später noch die Bastfasern kommen, von der secundären Rinde getrennt sind. In den älteren Theilen der Pflanze sind sie den Rindenzellen, welche sich erweitert haben, an Grösse gleich, oft sogar kleiner als diese und zeichnen sich, abgesehen von dem Inhalt,

nur noch durch die rundliche Form und das chemische Verhalten ihrer Wände aus. Im Marke heben sie sich hier durch das Nichtverholztsein der stark verholzten Markzellen deutlich hervor.

Auf dem Längsschnitte sieht man, wie sie sich durch das ganze Achselstück oberhalb des ersten Internodiums bis in das äusserste Meristem der Vegetationsspitze als cylindrische Röhren an der Stärkeschicht entlang hinziehen. Sie endigen hier conisch Fig. 17, oder prosenchymatisch zugespitzt. Durch den Knoten des ersten Internodiums dringen sie nicht, wie ich sie denn überhaupt niemals in den tiefer liegenden Internodien durch die Knoten gehen sah. Wohl aber ziehen sie sich in zur Achse paralleler Richtung durch das ganze Internodium und endigen an den Knoten wie im Vegetationskegel. An einem Knoten sah ich eine gabelige Endigung. Fig. 18. Ich konnte diese Schläuche in der Rinde bis tief unten in's hypocotyle Glied verfolgen, während ich sie im Marke dieses sowie des ersten epicotylen Gliedes nicht mehr erkannte. Ein Längsschnitt an der Grenze von Wurzel und Stengel zeigte mir, dass die Schläuche dort im Stengel blind endigen, wo dieser in die Wurzel übergeht. Die nächsten Spuren von diesen Schläuchen entdeckte ich erst wieder auf einem Längsschnitt einer ganz jungen Wurzel, welche sich im primären Stadium befand. Es treten also hier die Schläuche nur in der primären Rindenschicht auf. Dass ich sie in dickeren Wurzeln nicht fand, konnte mir nicht wunderbar erscheinen, da ja diese Schicht sammt der Endodermis durch die unterhalb derselben eintretende Phellogenbildung abgestossen wird.

Auch in dem Blattstiel und den Nerven der Blätter treten die Schläuche auf. Sie liegen im Blattstiel ebenfalls in der Nähe der Phloemgruppen (Fig. 2 u. 3 S) und sind meistens kleiner, als die sie umgebenden Parenchymzellen. In langen ununterbrochenen Röhren ziehen sie sich bis in die

Spitze des Hauptnerven hinauf, wo sie wie im Vegetationskegel endigen. In derselben Weise durchziehen sie die Secundär- und Tertiärnerven. In den Quartärnerven finden sie sich nicht mehr. Zur Untersuchung der Eigenschaften der Wände und des Inhalts dieser Schläuche dienten mir Präparate aus einem mittelalten Internodium, dem vierten. Ich erkannte, dass von der Mittellamelle aus die Innenwand, ohne sich mit Phloroglucin und Salzsäure zu färben, stark verkorkt ist, indem sie sich mit Jod dunkel färbt und von concentrirter Schwefelsäure nicht angegriffen wird. Fig. 19 zeigt uns den Querschnitt eines Schlauches aus dem Marke nach der Behandlung mit Jod und Schwefelsäure. Die verkorkte Innenwand ist stark gebräunt, während die verholzte Aussenwand mit den übrigen verholzten Zellen gelb gefärbt erscheinen. Diese Verkorkung tritt schon sehr früh auf und nimmt mit dem Alter an Intensität zu. Ich sah bereits die Innenwand der Schlauchenden im Vegetationskegel mit Jod etwas dunkel gefärbt. Daraus lässt sich schliessen, dass die Schläuche nicht weiter wachsen, indem sie sich hier in das Parenchymgewebe einkeilen, sondern dass sie durch Streckung von Meristemzellen entstanden sind, deren Mittelwand rasch verkorkte.

Das Innere der Schläuche besteht aus einer schleimigen feinkörnigen gelb gefärbten Masse mit kleinen stark lichtbrechenden rundlichen Körperchen, welche einzeln oder in Menge zusammengelagert vorkommen und einen äusserst kleinen ebenfalls lichtbrechenden Kern erkennen lassen. Nach der Behandlung mit Alkohol löst sie sich von der Wand und schrumpft in der Mitte zu einer maschenartigen Masse zusammen. Durch Liegen an der Luft wird sie braunroth.

Zu Reagentien verhält sich der Inhalt folgendermassen:

Jodlösung verursacht Braunfärbung der feinkörnigen Masse, während die Körnchen meistens unverändert bleiben; manche werden schwach blau gefärbt. Dieses ist charakte-

ristisch für Harzmehl, während jene Reaction auf Milchsaft deutet.

Alkannatinctur färbte nur die Körnchen roth. Nach Einwirkung von Alcohol von 96 % lösten sie sich allmählich auf und es hinterblieb ein schmaler Streifen einer feinkörnigen Masse. Aetherische und fette Oele färben sich ebenfalls wie Harz mit Alkannatinctur roth. Aetherische Oele würden sich mit Alcohol von der Stärke rasch aufgelöst haben; fette Oele würden nicht aufgelöst sein. Es ist dies also auch eine Bestätigung, dass die Kügelchen aus Harz bestanden.

Concentrirte Schwefelsäure rief eine Gelbfärbung des ganzen Inhalts hervor, die auch nach 3 Tagen noch constant war. Dies beweist, dass der feinkörnige Inhalt nicht reines Protoplasma war, das gewöhnlich gelöst wird. Dagegen zeigt Milchsaft die Eigenschaft von Schwefelsäure gelb gefärbt zu werden.

Mit concentrirter Salzsäure wurde die feinkörnige Masse gelbroth gefärbt, während die Kügelchen nur einen Strich in's Gelbliche zeigten. Auch dies spricht wieder für Milchsaft.

Wenn man einen Tropfen Ammoniakflüssigkeit vorsichtig unter das Deckglas fliessen lässt, löst sich der Inhalt zu einer hellgrünen Flüssigkeit auf, eine Reaction, welche auch der Milchsaft der Euphorbiaceen zeigt.

Mit Eisenchlorid färbt sich der Inhalt dunkelgrün, mit Kaliumbichromat rothbraun. Dies deutet unzweifelhaft auf reichliches Vorhandensein von Gerbstoff.

Es ist schwierig zu unterscheiden, welche von diesen drei im Inhalte älterer Schläuche vorkommenden Substanzen an Menge überwiegt. Jedenfalls konnte ich constatiren, dass in ganz jungen Schläuchen, in denen im Vegetationskegel Gerbstoff in weit grösserer Menge vorhanden ist. Er ist vielleicht das erste Produkt, das aus dem Protoplasma in den Schläuchen gebildet wird. Dieser Umstand dürfte massgebend für die Benennung dieser sich durch die ganze Pflanze

ziehenden Schläuche sein, nämlich sie Gerbstoffschläuche zu nennen.

Weddell hält diese Organe für Milchsaftgefässen anderer Pflanzen ähnliche Gebilde. Karsten nennt sie Saftfasern und meint, dass es lang gestreckte, in vertikalen Reihen übereinanderstehende Zellen seien, welche bei vielen Arten zu continuirlichen Fasern verschmelzen. Phoebus bezeichnet sie als Milchsaftzellen, Berg als Saftröhren, Vogl als Milchsaftgefässe. Von den Sambucus-Schläuchen, mit welchen sie De Bary vergleichend zusammenstellt, unterscheiden sie sich wesentlich dadurch, dass sie nicht durch die Knoten von einem Internodium zum andern gehen und dass die Membran nicht getüpfelt ist.

Ich will nicht unterlassen, an dieser Stelle zu bemerken, dass man diese Gerbstoffschläuche in der Cinchona succirubra nicht in einem einfachen, unterbrochenen Ringe sieht; sie liegen bei dieser Art in dem dünnwandigen Parenchym der primären Rinde ohne besondere Ordnung zerstreut.

## Vertheilung von mylum und Gerbstoff in der Pflanze.

Wenn ich im folgenden die Vertheilung des Stärkemehls in der Pflanze zu schildern suche, so kann ich nicht umhin, die Bemerkung vorauszuschicken, dass ich für die Verbreitung dieses Reservestoffes einen ungünstigen Zeitpunkt traf, indem ich eine Frühjahrspflanze untersuchte.

In den ausgewachsenen Blättern fand ich nirgends eine Spur von Stärke. In dem Achselstück oberhalb des ersten Internodiums, welches mit der Vegetationsspitze endigt, waren nur in der bereits erwähnten Stärkeschicht, welche sich oberhalb der Gerbstoffschläuche in geschlossenem Ringe um den Phloemtheil zieht, Amylumkörner zu erkennen. Hier wie in der ganzen Pflanze findet sich die Stärke in kugeligen einfachen oder zusammengesetzten Körnern vor. Im ersten,

zweiten und dritten Internodium beschränkt sich ihr Vorkommen nur auf diese Stärkeschicht. Im vierten Internodium erblickt man sie auch im Parenchym des Markes und der Markstrahlen des Xylems, während die Rinde noch frei von ihr ist. Im fünften Internodium tritt sie auch hier auf. In diesem Internodium bemerkte ich auch in Siebröhren in der Nähe der Siebplatten kleine Amylumkörner. In den tiefer liegenden Internodien sind sie im Parenchym der secundären Rinde stärker vertreten, als in dem der primären. Auch in der Wurzel, die sich im secundären Stadium befindet, sehen wir Amylumkörner in allen Parenchymgeweben; selbst ganz junge Wurzeln mit primären Bau weisen spärlich Körnchen im Parenchym der Rinde auf.

Zu der Untersuchung der Verbreitung von Gerbstoff nahm ich ein Wurzelstück einer von Erfurt bezogenen Pflanze und ein Stammstück einer älteren im hiesigen botanischen Garten gezogenen Cinchona succirubra. Ich hatte dieselben in eine Lösung von Kaliumbichromat gelegt, mit welchem Salze ja der Gerbstoff eine im Wasser unlösliche rothbraun gefärbte Verbindung eingeht. Die Stücke waren im Winter abgeschnitten, also zu einer Zeit, in der nach Wigand (botan. Zeit. 1862 p. 121) der Gerbstoff in der Pflanze am geringsten vorhanden sein soll. Wir finden in sämmtlichen Meristemzellen jener Cinchona succirubra oberhalb der Stärkeschicht bereits Gerbstoff in Form kleiner oder grösserer braun gefärbter Kugelchen, welche häufig in der Mitte einen dunkleren Kern zeigen. In dieser Form tritt er auch in sämmtlichen Parenchymzellen des Blattes auf. Siebröhren und Gefässe sind frei von Gerbstoff. In den Schläuchen findet er sich als gleichmässig vertheilte braungefärbte Masse. In den Internodien sieht man ihn ebenfalls in Zellen sämmtlicher Parenchymgewebe, während auch hier Siebröhren und Gefässe frei von demselben sind. Vogl will Gerbstoff auch in Siebröhren gesehen haben. Sanio behauptet, dass niemals in

Siebröhren Gerbstoff vorkäme (Bot. Zeit. 1863 p. 20). Die Fig. 20 bis 24 zeigen uns zugleich mit Jod behandelte Quer- und Längsschnitte aus dem ältesten 1,1 cm dicken Internodium. Fig. 20 ist die Abbildung eines Längsschnittes durch Periderma und primäre Rinde bis über die Stärkeschicht hinaus, mit einem Gerbstoffschlauche. Die braune Markirung bedeutet das Vorkommen von Gerbstoff, der in Kugelform oder in einer feinkörnigen Masse vorkommt, die blaue von Stärke, die grüne von Chlorophyllkörnern. Man sieht, dass manche Zellen mehr, andere weniger Gerbstoff enthalten; manche nur Gerbstoff, andere nur Amylum, wieder andere Stärke neben Gerbstoff besitzen. In dem Collenchymgewebe, das in der Figur 22 nicht hervorgehoben wurde, ist, soweit es durch die Korkbildung noch nicht verschwunden, Stärke wie Gerbstoff schwächer vertreten. In dieser Schicht erblickt man noch einige Chlorophyllkörner. Stärker tritt Amylum und Gerbstoff in dem lockeren dünnwandigen Parenchymgewebe auf. Man sieht, wie die Zellen mit Amylum und Gerbstoff in Reihen über einander stehen. Fig. 21 zeigt uns einen Querschnitt der secundären Rinde, von der Fig. 22 ein kleineres Stück im Längsschnitt darstellt. Hier besteht der Inhalt der Parenchymzellen ausschliesslich aus Gerbstoff, während Bastfasern und Siebröhren frei davon sind. In den Markstrahlen des Xylems sieht man Zellen nur mit Gerbstoff oder mit Gerbstoff und Amylum. Gerbstoff ist jedoch in überwiegender Menge vorhanden. Fig. 23. Das Markparenchym verhält sich etwas anders. Hier sind es Zellen namentlich in der Nähe der Markscheide, welche ausschliesslich Gerbstoff enthalten Fig. 24, während nach dem Innern des Markes zu Zellen vorkommen, welche neben einigen Stärkekörnchen vorwiegend Gerbstoff, andere, welche umgekehrt vorwiegend Amylum, weniger Gerbstoff enthalten. Die meisten jedoch enthalten Amylum.

In der Wurzel tritt der Gerbstoff in allen parenchyma-

tischen Elementen der Rinde auf, findet sich aber nicht in den Markstrahlen des Xylems. Im primären Stadium der Wurzel findet er sich auch in den Gerbstoffschläuchen.

Es ist auffallend, dass in dem secundären Rindenparenchym, das gewöhnlich reich an Stärke ist, nur Gerbstoff vorkommt. Es hat also Gerbstoff offenbar das Amylum verdrängt. Dieser Umstand legt uns den Gedanken nahe, wie er schon von Wiesner ausgesprochen worden ist, dass vielleicht Amylum in Gerbstoff übergegangen ist. Ich finde diese Ansicht bestätigt durch interessante Beobachtungen, welche ich an Körnchen von Stärke und Gerbstoff in einigen Zellen namentlich des Markes und der Markstrahlen des Xylems gemacht habe. In Fig. 25 sind einige Zellen aus dem Markstrahlenparenchym abgebildet. In der Zelle rechts liegen mir Amylumkörner und zwar Körnchen von intensiv blauer bis hellblauer Farbe. In der Zelle X sieht man ebenfalls derartige, daneben Körnchen, welche in der Mitte noch blau erscheinen, während sie am Rande bräunlich gefärbt sind, endlich hellbraune und dunkelbraune Körnchen. Fig. 26 ist die Vergrösserung eines jener Körnchen aus der Zelle X. Es scheint also eine Veränderung des Stärkekornes in der Weise stattzufinden, dass zunächst die Granulose angegriffen wird, wodurch die Körnchen heller gefärbt erscheinen. Bei den braungeränderten ist dieser Theil des Kornes bereits einer Umwandlung in Gerbstoff anheimgefallen, während in der Mitte noch deutlich blau gefärbte Stärke zu erkennen ist. Es ist möglich, dass als Uebergangsprodukt zunächst aus Stärke eine Zuckerart gebildet wird, die sofort in Gerbstoff übergeht. Bei den hellbraunen Körnern ist die Umwandlung weitergeschritten und bei den intensiv braunen vollendet. Der grosse Umfang mancher Gerbstoffkügelchen kommt vielleicht daher, dass mehrere Amylumkörner, wenn sie durch Umwandlung in Gerbstoff flüssig wurden, zu einer grösseren Masse zusammenflossen. Die hellgelbgefärbten dicht gelagerten Kry-

ställchen, namentlich in den oberen Zellen, sind vielleicht Alcaloidsalze.

### Das mechanische System in unserer Pflanze.

Als mechanische Elemente, welche in unserer Pflanze die Festigung des Pflanzenkörpers bestimmen, haben wir für die Blätter, die starke Collenchymschicht des Blattstiels und diejenige, welche den Rippenvorsprung der Nerven erster bis dritter Ordnung bildet, zu erwähnen. Im ersten und zweiten Stengelgliede sehen wir eine ebenfalls mächtige Collenchymschicht unterhalb der Epidermis die Festigkeit dieses oberen Theiles der Pflanze besorgen. Für die folgenden Internodien genügt diese äussere Festigungsschicht der Rinde nicht mehr. Im dritten treten an der Grenze der secundären Rinde die Bastfasern hinzu, welche hier allerdings noch kurz sind und ein ziemlich weites Lumen besitzen, deren Wände aber bereits stark verholzt erscheinen. Im Xylem erblicken wir hier zum ersten Male als Festigungselemente die derbwandigen ebenfalls stark verholzten Libriformfasern. In den tiefer liegenden Stengelgliedern erleidet zwar die Festigkeit des Stammes nach aussen durch Korkbildung im Collenchymgewebe einen Abbruch. Aber in dem Masse, wie die Korkbildung in das Collenchymgewebe einschneidet und dieses verdrängt, wächst die Verdickung und die Länge der stark verholzten Bastfasern, so dass sie schliesslich nur noch ein geringes Lumen zeigen und die Zahl der Libriformfasern, welche mit Tracheidfasern wechseln. Merkwürdig ist es, dass im ersten epicotylen und im hypocotylen Gliede, wo namentlich in letzterem durch die Thätigkeit des Phellogens fast die ganze Collenchymschicht abgeworfen ist, sich keine Bastfasern finden, da ja doch grade dieser Theil die ganze Last des Pflanzenkörpers zu tragen hat. Ein Ersatz hierfür liefert der Xylemtheil, welcher in diesen Internodien weit umfangreicher ist. In demselben sind die Tracheid- und Libriformfasern

länger und derbwandiger und in grösserer Anzahl vorhanden als in den oberen Internodien, welche als Festigungselemente noch Bastfasern und Collenchymgewebe besitzen. In der Wurzel mit primären Bau sehen wir als solche Stützen die das Mark bildenden sklerotischen Elemente, welche sehr derbwandig und stark verholzt sind. In der Wurzel, die in das secundäre Stadium eingetreten ist, kommen dazu die Libriform- und Tracheidfasern, welche das Xylem durchziehen und mit dem Alter der Wurzel an Zahl zunehmen.

## Literatur.


1. De Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.
2. Reinke, Allgemeine Botanik.
3. Flückiger, Pharmacognosie des Pflanzenreichs.
4. Behrens, Hilfsbuch zur Ausführung mikroskopischer Untersuchungen.
5. Ebermeyer, Physiologische Chemie.
6. Berg, Die Chinarinden der pharmakognostischen Sammlung zu Berlin.
7. Karsten, Die medicinischen Chinarinden Neu-Granadas.
8. Phoebus, Die Delondre-Bouchardatschen China-Rinden.
9. Vogl, Die Chinarinden des Wiener Grosshandels und der Wiener Sammlung.
10. Unger, Wachsthum des Stammes und Bildung der Bastzellen, Wiener Acad. Denkschrift Bd. XVI.
11. Berg, anatomischer Atlas zur pharm. Waarenkunde Berlin 1865.
12. Sanio, Bot. Zeitung 1860 und 1863.
13. Wigand, Bot. Zeit. 1862.

## Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Ein zur Fläche senkrechter Schnitt durch ein ausgewachsenes Blatt. E ist Epidermis der Oberseite, h die Hypodermaschicht, ep Epidermis der Unterseite mit einer Spaltöffnung und einem Haar. Schliesszellen mit Nebenzellen.

Fig. 2. Querschnitt des Gefässbündelcylinders im Blattstiel. S Gerbstoffschläuche.

Fig. 3. Vergrösserung zweier collateraler Bündel aus Fig. 7 nach der Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure. S Gerbstoffschlauch.

Fig. 4. Siebröhren und Cambiformzellen aus Blattstiel.

Fig. 5. Gefässbündelendigung im Längsschnitt. Cf. Cambiformzellen. K eine Krystallzelle mit oxalsaurem Kalk in Drusenform.

Fig. 6. Gefässbündelendigung im Blatt nach der Behandlung mit verdünnter Kalilauge. Die Cambiformzellen sind getrennt.

Fig. 7. Eine vergrösserte Colletere.

Fig. 8. Querschnitt durch Phloem- und Xylemtheil des ersten Internodiums. S Gerbstoffschläuche.

Fig. 9. Querschnitt durch secundäre Rinde und Xylem des elften Internodiums.

Fig. 10. Querschnitt durch eine 1 mm starke Wurzel mit Phellogenbildung unterhalb der Endodermis.

Fig. 11. Querschnitt durch eine ganz junge Bastfaser in der unteren Hälfte des zweiten Internodiums.

Fig. 12. Eine Vergrösserung der Bastfaser aus Fig. 11.

Fig. 13. Bastfaser aus dem 3. Internodium, welche an jüngere grenzt.

Fig. 14. Zwei in einandergekeilte Bastfasern aus dem vierten Internodium. Einerseits Tüpfelcanäle.

Fig. 15. Querschnitt zweier Bastfasern aus dem vierten Internodium mit deutlicher Schichtung und Porencanälen nach der Seite des Rindenparenchyms.

Fig. 16. Abweichend aneinandergefügte Bastfasern aus dem vierten Internodium.

Fig. 17. Gerbstoffschlauch, welcher conisch in der Vegetationsspitze endigt.

Fig. 18. Ein im Knoten endigender Gerbstoffschlauch.

Fig. 19. Querschnitt eines Gerbstoffschlauches aus dem Marke nach der Behandlung mit Jod und Schwefelsäure

Fig. 20. Längsschnitt aus primärer Rinde der Cinchona succirubra nach der Behandlung mit Jod und Kaliumbichromat. Die braune Markirung bedeutet das Vorkommen von Gerbstoff, die blaue von Stärke die grüne von Chlorophyllkörnern.

Fig. 21. Querschnitt aus secundärer Rinde von Cinchona succirubra. Markirung wie bei Fig. 20.

Fig. 22. Längsschnitt aus secundärer Rinde von Cinchona succirubra.

Fig. 23. Markstrahlzellen des Xylems mit einer Trachee.

Fig. 24. Längsschnitt durch Markkrone, Markscheide und Mark von Cinchona succirubra.

Fig. 25. Zellen aus Markstrahlenparenchym.

Fig. 26. Vergrösserung eines Kornes aus Zelle X der Fig. 25.

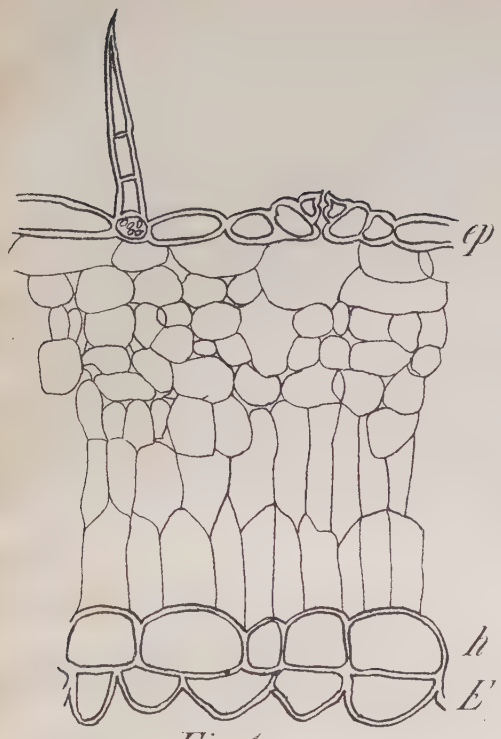

Fig. 1.

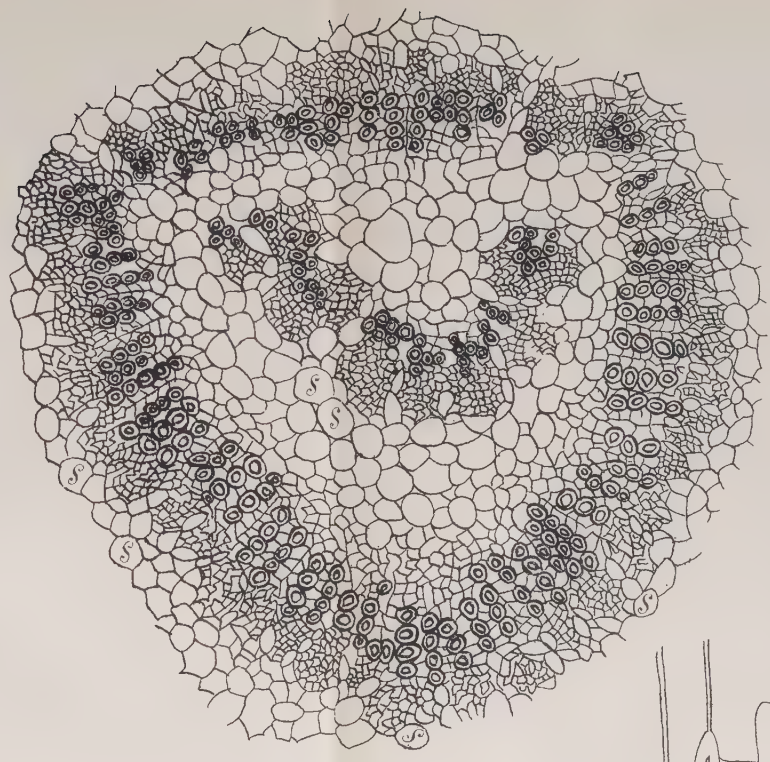

Fig. 2.

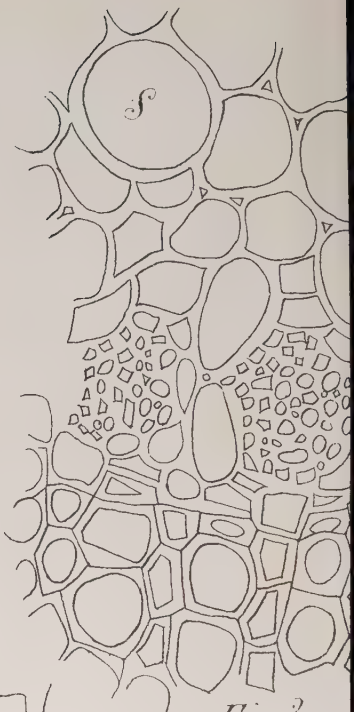

Fig. 3.

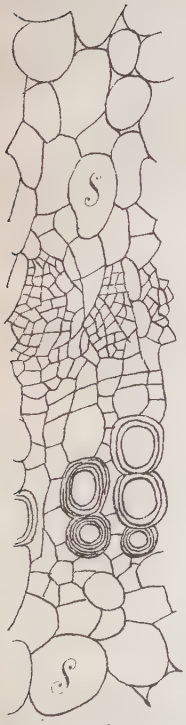

Fig. 8.

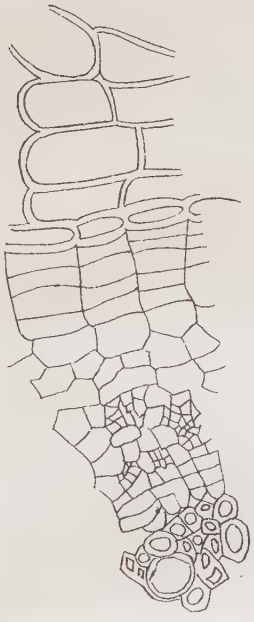
Fig. 10.

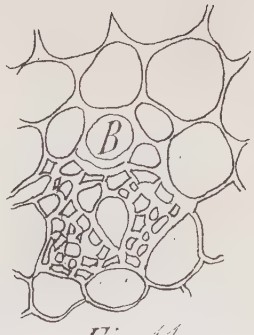

Fig. 11.

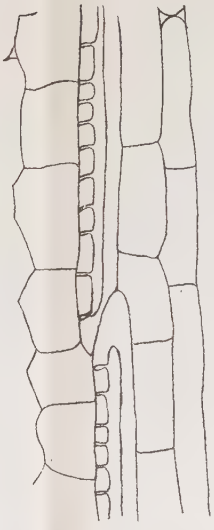
Fig. 14.

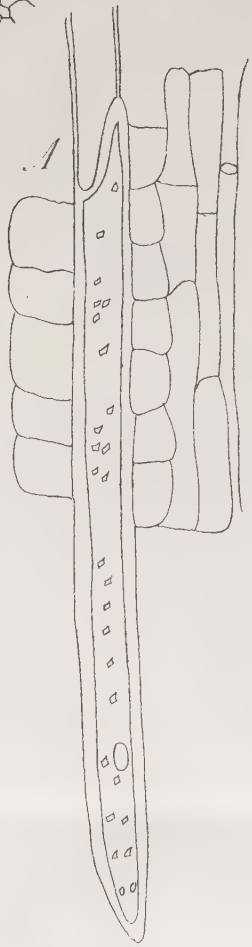

Fig. 13.

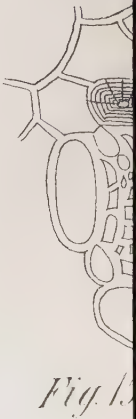
Fig. 1.

Fig. 4

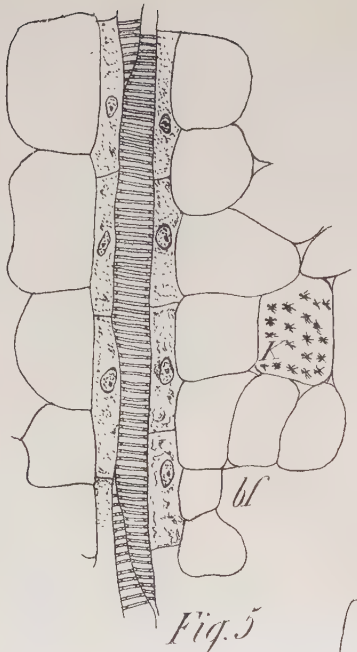


Fig. 5

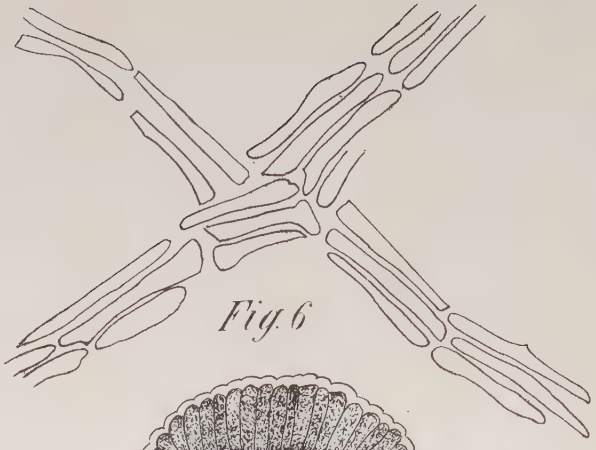

Fig. 6

Fig. 7

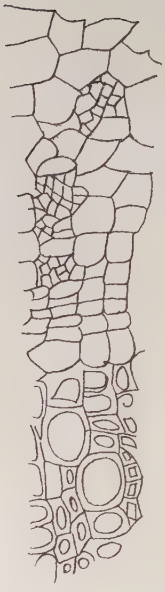

Fig. 9

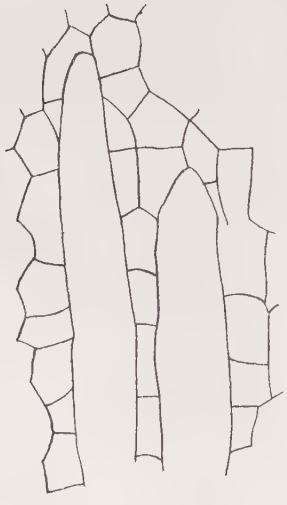

Fig. 17

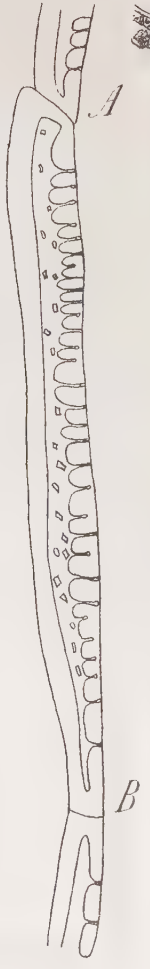


Fig. 16

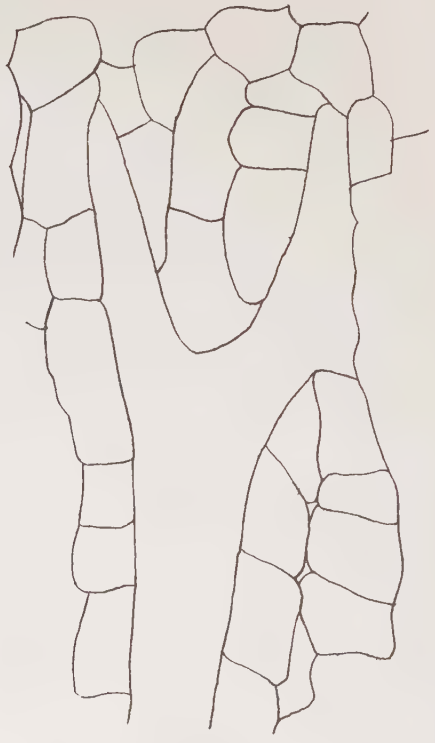

Fig. 18

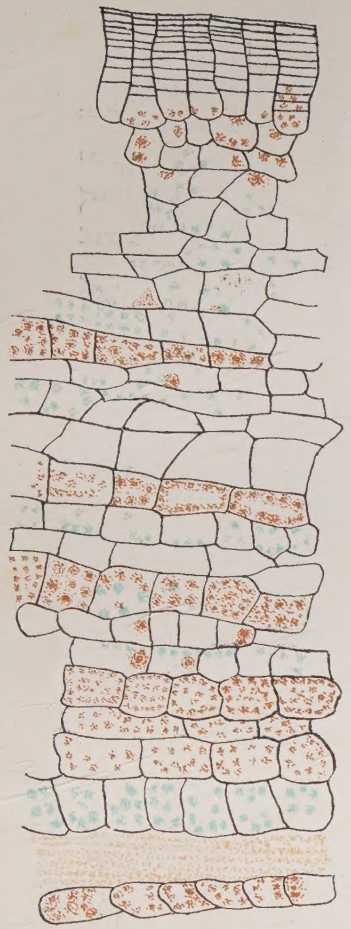

Fig. 20

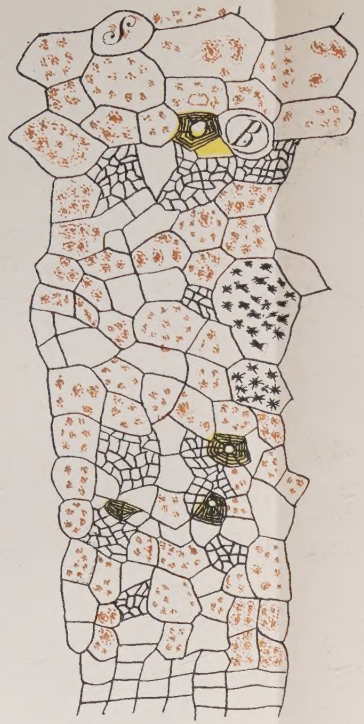


Fig. 21

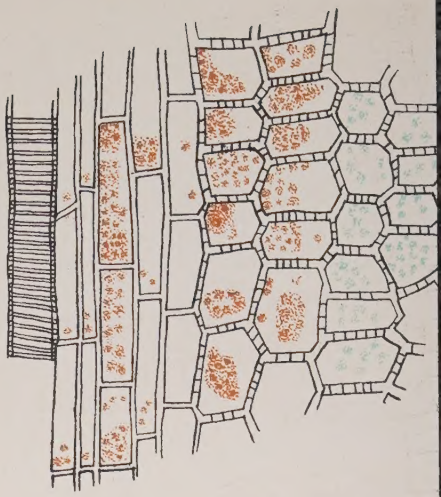

Fig. 24

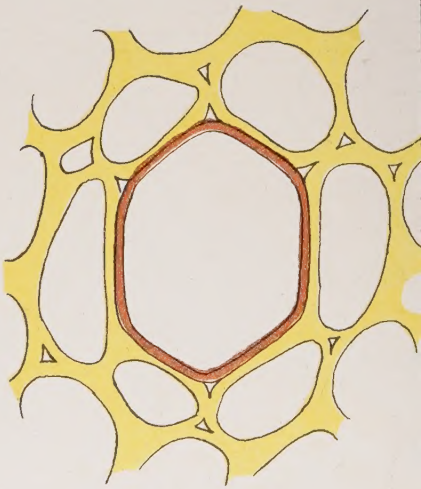

Fig. 19

Fig. 25

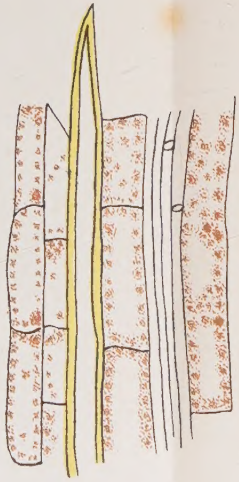

Fig. 22

*Fig. 23*

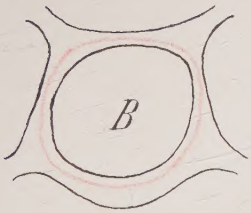


*Fig. 12*

*Fig. 26*